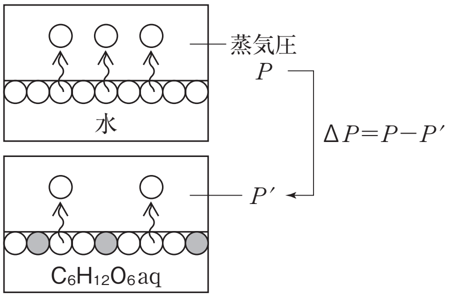
第15講　希薄溶液の性質

2　希薄溶液の性質

通常，溶液を捉えていくとき，溶けている溶質の粒子間にはたらく力は考えていない。それは希薄溶液であり，溶質粒子間の距離が大きいからである。
よって希薄溶液は溶質粒子の種類に関係なく，粒子数(濃度)のみに左右される性質(溶液の束一性)をもつ。そのため，問題を解くときには，電解質や二量体などに注意が必要である。

(1)　蒸気圧降下

溶媒に不揮発性の溶質を溶かして溶液にすると，溶媒のみのときに比べて蒸気圧が降下する。降下する度合い(ΔP)は濃度※に比例する。
※温度が変化すると液体の体積は変化してしまうため，濃度も変化してしまう。よって温度変化をみていくこの単元は，溶媒を質量で表記する質量モル濃度で表していく。



$$\Delta P = \underset{\text{定数}}{K} \cdot \underset{\text{質量モル濃度}}{m}$$

$$\Delta P = \underset{\text{溶媒の蒸気圧}}{P} \cdot \underset{\text{定数}}{x}$$

(2)　沸点上昇

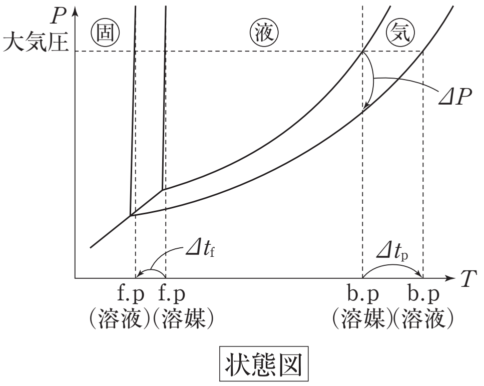
溶媒に不揮発性の溶質を溶かして溶液にすると，溶媒のみのときに比べて沸点は上昇する。上昇する度合い(Δt_b)は質量モル濃度に比例する。

$$\Delta t_b = \underset{\text{定数}}{K} \cdot \underset{\text{質量モル濃度}}{m}$$

(3)　凝固点降下

溶媒に不揮発性の溶質を溶かして溶液にすると，溶媒のみのときに比べて凝固点は降下する。降下する度合い(Δt_f)は質量モル濃度に比例する。

$$\Delta t_f = \underset{\text{定数}}{K} \cdot \underset{\text{質量モル濃度}}{m}$$



状態図

©RECRUIT HOLDINGS

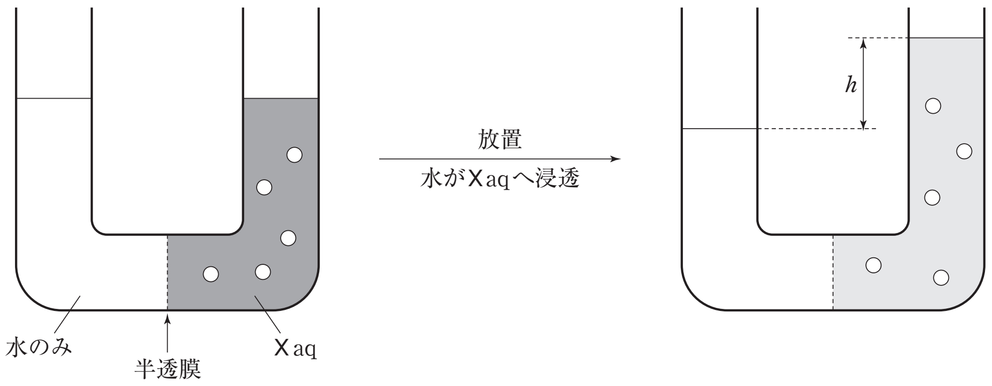
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　浸透圧

図のように半透膜で仕切ったＵ字管の左右に，溶媒と溶液を同じ高さまで入れて放置すると，溶媒が溶液へ侵入する（浸透）。この浸透を阻止するためには，溶液側に圧力を加えなくてはならない。この圧力が浸透圧Πである。Πは溶液の濃度と圧力に比例する。

$$\Pi = \underset{\text{モル濃度}}{c} \cdot \underset{\text{気体定数}}{R} \cdot \underset{\text{絶対温度}}{T}$$

溶液側に圧力を加えず放置すると，図のように溶液側と溶媒側に液面差hが生じることになる。このとき，h分の溶液の重さによる圧力と浸透する力が釣り合ったところで，浸透が止まっている。



☆凝固点降下や浸透圧は分子量測定の一つであるため，この単元以外の問題でも出会うことになる。しっかり復習しておこう。

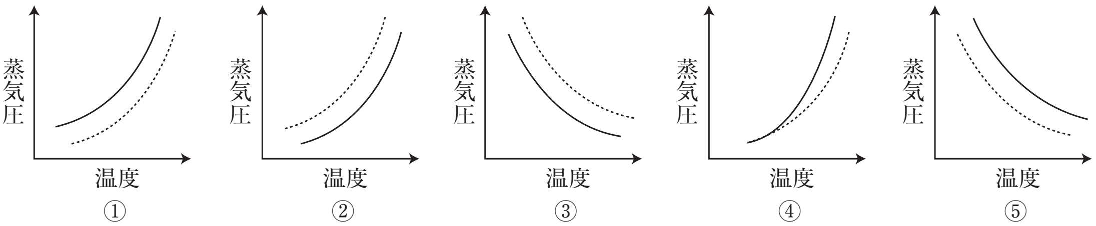
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　演習問題

1

〔Ⅰ〕

問１　純粋な水の蒸気圧曲線と希薄水溶液の蒸気圧曲線の関係を最も適切に示すグラフを，図に示す①～⑤のグラフのうちから一つ選び，その番号を記せ。ただし純粋な水の蒸気圧曲線は破線で，希薄水溶液の蒸気圧曲線は実線で表している。



問２　水のモル凝固点降下を1.85℃･kg/molとし，0.400mol/kgのスクロース水溶液の凝固点降下度を計算せよ。

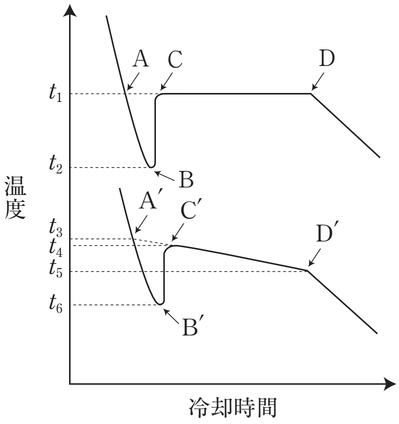
問３　塩化カルシウム二水和物（式量147）4.41gを水100gに溶かした水溶液の凝固点降下度を計算せよ。ただし，水のモル凝固点降下を1.85℃･kg/molとし，塩化カルシウムは完全にCa^{2+}と$2Cl^{-}$に電離すると考えよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読み，以下の問に答えよ。

図のふたつのグラフは，純粋な水の場合と，スクロース水溶液の場合の冷却曲線を表している。これらの液体を冷却していくと，時間とともに液体の温度は低下し，B点およびB′点まで温度が低下した後，C点およびC′点まで急激に上昇した。さらに冷却を続けるとC点からD点までは温度が変化しなかったが，C′点からD′点までは少しずつ温度が低下した。D点およびD′点をすぎると，大きく温度が低下するようになった。



t_3は直線C′D′の延長線とグラフとの交点の温度
t_4はC′点の温度

問1. つぎのⅰ)～ⅴ)の領域のうち，固体の状態の水を含むものをすべて選び，記号で答えよ。

ⅰ） A′点まで　ⅱ） A′点からB′点まで　ⅲ） B′点からC′点まで

ⅳ） C′点からD′点まで　ⅴ） D′点以降

問2. スクロース水溶液の凝固点を示しているのはt_1～t_6のうちのどれか答えよ。

問3. スクロース水溶液の凝固点降下度をt_1～t_6のうち適当なものを用いて表せ。

問4. 冷却曲線にB点およびB′点のように極小がみられるのは何と呼ばれる現象によるものか答えよ。

問5. B点からC点まで温度が上昇する理由として最も適当なものを次の中から選び記号で答えよ。

ア） 氷の融解に伴い，融解熱が発生するから

イ） 水の凝固に伴い，凝固熱が発生するから

ウ） 水の凝固に伴い，凝固熱を吸収するから

エ） 氷の融解に伴い，融解熱を吸収するから

問6. C′点からD′点まで，少しずつ温度が下がる理由として最も適当なものを次の中から選び記号で答えよ。

ア） 溶液の濃度が下がり，凝固点が下がるから

イ） 溶液の濃度が下がり，凝固点が上がるから

ウ） 溶液の濃度が上がり，凝固点が上がるから

エ） 溶液の濃度が上がり，凝固点が下がるから

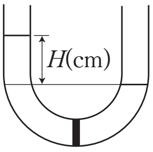
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章を読み，問1～問3に答えよ。

U字に曲げた太さ一定のガラス管の中心を半透膜で仕切った装置を作製し，以下の実験を行った。

実験1：2価の金属原子Aと1価の非金属原子Bの塩AB_2は水溶液中，以下の式に従って電離度αで電離している。　$AB_2 \rightleftarrows A^{2+} + 2B^-$

濃度x(mol/L)のこの塩の水溶液を半透膜を介して左側に入れた。また，水を右側に同量満たし，しばらく放置すると下図のように左右の液面の差がH(cm)となった。



図

実験2：完全に電離する1価の金属Cと1価の非金属Dの塩CDの水溶液の濃度を，y(mol/L)に調整した。同様な装置を用いて，実験1と同様，半透膜を介し塩CDの水溶液を左側に，水を右側に同量満たした。しばらく放置すると実験1と同じ液面差H(cm)が得られた。ただし，x，yは電離前の濃度とする。

問1　実験1で用いた塩AB_2の水溶液1L中に含まれる溶質の粒子数を記せ。アボガドロ定数はN_A(mol^{-1})とする。

問2　実験2で用いた塩CDの濃度yは塩AB_2の濃度xの何倍になるか記せ。

問3　液面差H(cm)の浸透圧は何Paか記せ。ただし水溶液柱1cmに相当する圧力は98Paとする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

1　沸点上昇に関する問1～問3に答えなさい。ただし，電解質は水溶液中ですべて電離するものとする。

問1　不揮発性の非電解質の希薄溶液の質量モル濃度をm[mol/kg]，沸点上昇度をΔt[K]，モル沸点上昇をK_bとすると，m，Δt，K_bの間には［A］の関係が成り立つ。［A］にあてはまる式をa～eから選びなさい。

a. $\Delta t = K_b \times m$　　b. $K_b = \Delta t \times m$　　c. $m = \Delta t \times K_b$　　d. $\Delta t = K_b \times m^2$

e. $K_b = \Delta t^2 \times m$

問2　水100gにグルコース$C_6H_{12}O_6$ 1.80gを溶かしたとき，大気圧下における沸点が0.0515K上昇した。ただし，原子量はH＝1，C＝12，N＝14，O＝16，Na＝23，S＝32とする。また，すべての操作は大気圧下で行ったものとし，大気圧は1.013×10^5Paとする。

(1)　水1000gに尿素$(NH_2)_2CO$ 3.00gを溶かすと，沸点は何K上昇するか。最も近い値をa～eから選びなさい。

a. 0.0258　　b. 0.0515　　c. 0.103　　d. 0.155　　e. 0.206

(2)　水500gに硫酸ナトリウム7.10gを溶かすと，沸点は何K上昇するか。最も近い値をa～eから選びなさい。

a. 0.0258　　b. 0.0515　　c. 0.103　　d. 0.155　　e. 0.206

問3　次のa～eについて，(1)と(2)に答えなさい。

a. 水　　b. 0.1mol/kg塩化ナトリウム水溶液　　c. 0.1mol/kg塩化マグネシウム水溶液

d. 0.1mol/kg尿素水溶液　　e. 0.1mol/kgスクロース水溶液

(1)　同温での蒸気圧が最も大きいものをa～eから一つ選びなさい。

(2)　同圧下での沸点が最も高いものをa～eから一つ選びなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　演習問題

1

〔Ⅰ〕問１　②

問２　0.74℃

問３　1.65℃

〔Ⅱ〕問１　iii，iv，v

問２　t_3

問３　$t_1 - t_3$

問４　過冷却

問５　イ

問６　エ

2

問１　$(1+2\alpha)\,xN_A$ 個

問２　$\dfrac{1+2\alpha}{2}$

問３　$98H$Pa

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

1　問１　a　　問２　(1)　a　　(2)　d　　問３　(1)　a　　(2)　c

【解説】

問２　グルコース $C_6H_{12}O_6$（分子量 180）水溶液の濃度は

$$\frac{1.80}{180} \times \frac{1000}{100} = 0.10\text{mol/kg}$$

であり，沸点上昇度が 0.0515K である。

(1)　尿素 $(NH_2)_2CO$（分子量 60）水溶液は

$$\frac{3.0}{60} = 0.05\text{mol/kg}$$ であるため，沸点上昇度は

$0.0515 \times 0.5 = \underline{0.02575\text{K}}$

(2)　硫酸ナトリウム Na_2SO_4（分子量 142）水溶液中のイオンの濃度は

$$\frac{7.10}{142} \times \underline{3} \times \frac{1000}{500} = 0.30\text{mol/kg}$$

よって沸点上昇度は

$0.0515 \times 3 = \underline{0.1545\text{K}}$

問３　イオンの濃度を考えると，

a：0mol/kg　　b：0.1 × 2＝0.2mol/kg　　c：0.1 × 3＝0.3mol/kg

d：0.1mol/kg　　e：0.1mol/kg

(1)　蒸気圧は濃度に比例して降下するため，濃度が高いほど蒸気圧は低くなる。よって，濃度の低いものが蒸気圧の高いものであり，a である。

(2)　沸点は濃度に比例して上昇するため，濃度が高いほど沸点は高くなる。よって c となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。